

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 1月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-002024

出 願 人

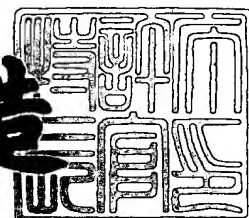
Applicant(s):

本田技研工業株式会社

2000年12月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3101849

【書類名】 特許願

【整理番号】 A99-1654

【提出日】 平成12年 1月 7日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02C 9/00

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 井上 勉

【特許出願人】

 【識別番号】 000005326

 【住所又は居所】 東京都港区南青山2丁目1番1号

 【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100081972

 【住所又は居所】 東京都豊島区東池袋1丁目20番2号 池袋ホワイトハウスビル816号

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 吉田 豊

 【電話番号】 03-5956-7220

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 049836

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9106014

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガスタービン・エンジンの制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コンプレッサで加圧されつつ供給される空気と供給源から供給される気体燃料を燃焼器で燃焼させ、よって生じた燃焼ガスでタービンを回転させて前記コンプレッサを駆動すると共に、前記タービンの回転を出力軸を介して出力するガスタービン・エンジンの制御装置において、

- a. 前記空気と気体燃料を前記燃焼器に供給する燃料供給手段、
 - b. 前記燃焼器に供給される空気の流量を検出する空気流量検出手段、
 - c. 前記燃焼ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段、
 - および
 - d. 少なくとも前記検出された空気流量と酸素濃度に基づいて前記燃焼器の燃焼によって発生する発熱量を演算する発熱量演算手段、
- を備えると共に、前記燃料供給手段は、前記演算された発熱量に基づいて前記燃焼器に供給する気体燃料を調量することを特徴とするガスタービン・エンジンの制御装置。

【請求項 2】 前記燃料供給手段は、

- e. 前記空気と気体燃料を混合し、混合気を前記燃焼器に供給して予混合燃焼させる予混合燃焼手段、
 - f. 前記気体燃料を前記燃焼器に供給して前記空気と拡散燃焼させる拡散燃焼手段、
 - g. 少なくとも前記検出された酸素濃度に基づいてタービン入口温度を示す断熱火炎温度を演算する断熱火炎温度演算手段、
 - および
 - h. 前記演算された断熱火炎温度に応じて前記予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の少なくともいずれかを選択する選択手段、
- を備えることを特徴とする請求項 1 項記載のガスタービン・エンジンの制御装置。

【請求項 3】 前記燃料供給手段は、

- i. 前記ガスタービン・エンジンの運転状態を判定する運転状態判定手段、
および
- j. 前記判定された運転状態に応じて前記予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の
少なくともいずれかを選択する選択手段、
を備えることを特徴とする請求項 1 項または 2 項記載のガスタービン・エンジ
ンの制御装置。

【請求項 4】 前記発熱量演算手段は、

- k. 前記検出された酸素濃度に基づいて単位空気量当たりの発熱量を演算する単
位空気量当たり発熱量演算手段、
を備え、前記演算された発熱量に前記検出された空気流量を乗じて発熱量を演算
することを特徴とする請求項 1 項から 3 項のいずれかに記載のガスタービン・エ
ンジンの制御装置。

【請求項 5】 前記燃料供給手段は、

- l. 前記出力軸に作用する負荷に応じて目標発熱量を決定する目標発熱量決定手
段、
- m. 前記決定された目標発熱量に基づいて前記気体燃料の流量を調量する調量手
段、
および
- n. 前記演算された発熱量と前記決定された目標発熱量の偏差を求め、求めた偏
差に応じて前記目標発熱量を修正する目標発熱量修正手段、
からなるフィードバック系を備えることを特徴とする請求項 1 項から 4 項のいづ
れかに記載のガスタービン・エンジンの制御装置。

【請求項 6】 前記調量手段はバルブからなると共に、

- o. 前記目標発熱量に対して予め設定された特性に従って前記バルブの開度を演
算するバルブ開度演算手段、
を備え、前記演算されたバルブ開度に基づいて前記気体燃料の流量を調量するこ
とを特徴とする請求項 5 項記載のガスタービン・エンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明はガスタービン・エンジンの制御装置に関し、より具体的には定置型のガスタービン・エンジンの制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ガスタービン・エンジン、特に定置型のガスタービン・エンジンとして、近時、比較的小出力の発電機に接続して自家発電装置を構成する小型のタービンが開発されつつあり、送電されていない地域はもとより、電力事情が不安定な地域においても広く使用されつつある。

【0003】

この種のガスタービン・エンジンにあっては、燃料として、通例、メタン、エタン、プロパン、ブタンなどの天然ガスあるいは液化ガスなどの気体燃料（ガス燃料）が使用される。また、この種のガスタービン・エンジンにあってもエミッション性能の向上の点から、図11に示す如く、燃焼温度（断熱火炎温度）を符号a、bで示す所定範囲に制御し、よってNO_x、COなどを低減することが望ましい。

【0004】

さらに、エミッション性能は、燃焼形態によっても相違する。即ち、NO_xの排出濃度は燃焼温度が上がるにつれて増加するが、予混合燃焼では均一な温度分布の燃焼が得られることから、エミッション性能の点で望ましい。しかし、予混合燃焼では燃焼温度が比較的低いことから、燃焼として不安定で失火を招きやすい。他方、拡散燃焼では安定した燃焼が得られるが、混在する高温部位がNO_xを増加させる。

【0005】

従って、図11で示す温度範囲において、燃焼温度が所定範囲内にあるとき、より具体的には符号aで示す下限値を超えると、予混合燃焼を行うのが、エミッション性能の点で望ましいが、予混合燃焼は不安定であることから、運転状態、例えばアイドル時などには失火を招きやすい。エミッション性能の向上もさることながら、この種のエンジンは、失火することなく、負荷の要求に応じて安定

して運転されることが要求される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、天然ガスが使用される場合、地域によってはガス成分の規格が存在しないことから、供給されるガスの成分の組成（燃料組成）にバラツキが生じることがある。ガスの成分の組成にバラツキが生じると、燃焼で発生する発熱量にもバラツキが生じる。

【0007】

そこで、一定した組成成分のガスの供給が期待できない場合、上記した拡散燃焼から予混合燃焼への切り替え下限値 a を比較的高めに設定し、よって失火を回避することが考えられるが、予混合燃焼運転領域が減少する分、エミッション性能が犠牲となる。

【0008】

上記した不都合は、ガスの成分の組成が変化すると、供給流量は同一でも発熱量が異なって燃焼温度が相違することに起因するが、ガスの成分の組成を検出するのは、ほとんど不可能である。

【0009】

従って、この発明の目的は上記した課題を解消することにある、天然ガスなどの気体燃料を使用するガスタービン・エンジンの制御装置において、気体燃料の成分の組成が一定しない場合においても、失火を回避しつつ負荷の要求に応じて安定して運転できると共に、エミッション性能を向上させるようにしたガスタービン・エンジンの制御装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、請求項1項にあっては、コンプレッサで加圧されつつ供給される空気と供給源から供給される気体燃料を燃焼器で燃焼させ、よって生じた燃焼ガスでタービンを回転させて前記コンプレッサを駆動すると共に、前記タービンの回転を出力軸を介して出力するガスタービン・エンジンの制御装置において、前記空気と気体燃料を前記燃焼器に供給する燃料供給手段、前記

燃焼器に供給される空気の流量を検出する空気流量検出手段、前記燃焼ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段、および少なくとも前記検出された空気流量と酸素濃度に基づいて前記燃焼器の燃焼によって発生する発熱量を演算する発熱量演算手段を備えると共に、前記燃料供給手段は、前記演算された発熱量に基づいて前記燃焼器に供給する気体燃料を調量する如く構成した。

【 0 0 1 1 】

検出された空気流量と酸素濃度に基づいて燃焼器の燃焼によって発生する発熱量を演算し、演算した発熱量に基づいて燃焼器に供給する気体燃料を調量する如く構成したので、天然ガスなどの気体燃料を使用するとき、天然ガスの成分の組成が一定しない場合においても失火を回避しつつ負荷の要求に応じて安定して運転することができると共に、エミッション性能を向上させることができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 2 項にあっては、前記燃料供給手段は、前記空気と気体燃料を混合し、混合気を前記燃焼器に供給して予混合燃焼させる予混合燃焼手段、前記気体燃料を前記燃焼器に供給して前記空気と拡散燃焼させる拡散燃焼手段、少なくとも前記検出された酸素濃度に基づいてタービン入口温度を示す断熱火炎温度を演算する断熱火炎温度演算手段、および前記演算された断熱火炎温度に応じて前記予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の少なくともいずれかを選択する選択手段を備える如く構成した。

【 0 0 1 3 】

演算した断熱火炎温度に応じて予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の少なくともいずれかを選択するように構成したので、エミッション性能を向上させることができると共に、エミッション性能において優れる一方、燃焼の安定性において劣る予混合燃焼から拡散燃焼に切り換えて失火などを回避することも可能となり、安定した燃焼の実現とエミッション性能の向上を両立させることができる。

【 0 0 1 4 】

請求項 3 項にあっては、前記燃料供給手段は、前記ガスタービン・エンジンの運転状態を判定する運転状態判定手段、および前記判定された運転状態に応じて前記予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の少なくともいずれかを選択する選択手

段を備える如く構成した。

【 0 0 1 5 】

ガスタービン・エンジンの運転状態を判定して予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の少なくともいずれかを選択するように構成したので、安定した燃焼の実現とエミッション性能の向上を一層良く両立させることができる。

【 0 0 1 6 】

請求項 4 項にあっては、前記発熱量演算手段は、前記検出された酸素濃度に基づいて単位空気量当たりの発熱量を演算する単位空気量当たり発熱量演算手段を備え、前記演算された発熱量に前記検出された空気流量を乗じて発熱量を演算する如く構成した。

【 0 0 1 7 】

検出した酸素濃度に基づいて単位空気量当たりの発熱量を演算し、演算した発熱量に検出した空気流量を乗じて発熱量を演算する如く構成したので、燃焼器に供給する気体燃料を精度良く調量することができ、天然ガスなどの気体燃料を使用するとき、天然ガスの成分の組成が一定しない場合においても、燃料供給制御の精度が低下したり、制御不能となるのを効果的に防止することができる。

【 0 0 1 8 】

請求項 5 項にあっては、前記燃料供給手段は、前記出力軸に作用する負荷に応じて目標発熱量を決定する目標発熱量決定手段、前記決定された目標発熱量に基づいて前記気体燃料の流量を調量する調量手段、および前記演算された発熱量と前記決定された目標発熱量の偏差を求め、求めた偏差に応じて前記目標発熱量を修正する目標発熱量修正手段からなるフィードバック系を備えるように構成した。

【 0 0 1 9 】

決定した目標発熱量の偏差を求め、求めた偏差に応じて目標発熱量をフィードバック補正を行うように構成したので、燃焼器に供給する気体燃料を一層精度良く調量することができ、天然ガスなどの気体燃料を使用するとき、天然ガスの成分の組成が一定しない場合においても、燃料供給制御の精度が低下したり、制御不能となるのを一層効果的に防止することができる。

【 0 0 2 0 】

請求項 6 項にあっては、前記調量手段はバルブからなると共に、前記目標発熱量に対して予め設定された特性に従って前記バルブの開度を演算するバルブ開度演算手段を備え、前記演算されたバルブ開度に基づいて前記気体燃料の流量を調量する如く構成した。

【 0 0 2 1 】

目標発熱量に対して予め設定された特性に従ってバルブの開度を演算し、演算したバルブ開度に基づいて気体燃料の流量を調量する如く構成したので、燃料供給制御の精度が低下したり、制御不能となるのを一層効果的に防止することができるに止まらず、料供給制御を一層精度良く行うことができる。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に即し、この発明の一つの実施の形態に係るガスタービン・エンジンの制御装置を説明する。

【 0 0 2 3 】

図 1 はその装置を概略的に示す概略図である。

【 0 0 2 4 】

図 1 において、符号 1 0 はガスタービン・エンジンを全体的に示す。ガスタービン・エンジン 1 0 は、コンプレッサ 1 2 と、タービン 1 4 と、燃焼器 1 6 を備える。コンプレッサ 1 2 は、タービン 1 4 の出力軸（タービンシャフト） 1 8 を介してタービン 1 4 に連結され、タービン 1 4 の回転で駆動させられる。

【 0 0 2 5 】

また、タービン 1 4 の出力軸には発電機 2 0 が接続される。発電機 2 0 はタービン 1 4 の回転で駆動され、1 0 0 k W 程度の電力を発電する。発電機 2 0 には電気機器（図示せず）が負荷として接続される。

【 0 0 2 6 】

燃焼器 1 6 には空気取り入れ口（図示せず）に接続される吸気路 2 4 が接続されると共に、気体燃料源（図示せず）に接続される燃料供給路 2 6 が接続される。尚、気体燃料としては、天然ガスなどのガス燃料を使用する。

【 0 0 2 7 】

より詳しくは、燃料供給路 2 6 は途中で分岐し、分岐路 2 6 a の途中には第 1 の燃料制御弁（調量手段）2 8 が設けられると共に、他方の分岐路 2 6 b の途中には第 2 の燃料制御弁（調量手段）3 0 が設けられる。

【 0 0 2 8 】

第 1 の燃料制御弁 2 8（あるいは第 2 の燃料制御弁 3 0）は、図 2 に模式的に示す如く、燃料供給路 2 6 に接続されるハウジング 2 8 a（3 0 a）と、その中に進退自在に収容されるニードルバルブ本体 2 8 b（3 0 b）と、ニードルバルブ本体 2 8 b（3 0 b）を軸方向に進退させるリニアソレノイド、パルスモータなどのアクチュエータ 2 8 c（3 0 c）からなる。尚、図 2 に示した構成は第 2 の燃料制御弁 3 0 においても同様である。

【 0 0 2 9 】

第 1 の燃料制御弁 2 8 の下流において、燃料供給路 2 6 の分岐路 2 6 a は、マルチ化されたベンチュリミキサ 3 2 の共通チャンバ 3 4 に接続される。即ち、ベンチュリミキサ 3 2 は複数個、例えば 2 4 個（図示の便宜のため 2 個のみ示す）のベンチュリミキサからなる、マルチベンチュリミキサとして構成される。

【 0 0 3 0 】

より具体的には、ベンチュリミキサ 3 2 はそれぞれ、図 2 に模式的に示す如く、ベンチュリ管 3 2 a と絞り 3 2 b からなる。ベンチュリ管 3 2 a は、その入力端 3 2 0 が前記吸気路 2 4（図 2 で図示省略）に接続されると共に、その他端 3 2 1 が燃焼器 1 6 に開口される管からなり、狹隘に形成された所定の断面積のスロート部 3 2 2 を備える。

【 0 0 3 1 】

絞り 3 2 b は、その入力端が前記した共通チャンバ 3 4 に接続されると共に、その出力端がベンチュリ管のスロート部 3 2 2 に穿設された、所定の開孔面積を備えた開口からなり、気体燃料をスロート部 3 2 2 を通過する空気に噴出して混合気を形成する。

【 0 0 3 2 】

図 1 の説明に戻ると、第 2 の燃料制御弁 3 0 の下流において、燃料供給路 2 6

の分岐路 2 6 b は燃焼器 1 6 の隔壁を貫通してその内部に延び、気体燃料を燃焼器 1 6 の内部に噴出する。尚、符号 3 6 は、点火プラグを示す。

【 0 0 3 3 】

このように、この実施の形態に係るガスタービン・エンジン 1 0 にあっては、分岐路 2 6 a を介して送られる気体燃料は、ベンチュリミキサ 3 2 を介して空気と予め混合されて燃焼器 1 6 の内部に供給されて予混合燃焼を生じると共に、分岐路 2 6 b を介して送られる気体燃料は空気と別に燃焼器 1 6 内に供給され、拡散燃焼を生じる。

【 0 0 3 4 】

図 1 1 に示す如く、断熱火炎温度（混合気を断熱の条件の下で燃焼させたときの温度）が符号 a, b で示す範囲となるように燃焼させると、NO_x, CO などを効果的に低減することができる。他方、符号 a 以下の温度領域では CO の排出濃度が増大すると共に、燃焼が不安定となって失火する恐れがあるため、予混合燃焼が不可能となる。

【 0 0 3 5 】

従って、この実施の形態に係るガスタービン・エンジンの制御装置にあっては、断熱火炎温度を求め、求めた断熱火炎温度が、符号 a を超える温度領域にあるときは予混合燃焼を生じさせるようにした。また、符号 b を超える温度領域から NO_x の排出濃度が増加するが、前記した如く、予混合燃焼は拡散燃焼に比して NO_x 低減に効果的であることから、符号 b を超える温度領域においても予混合燃焼を生じさせるようにした。

【 0 0 3 6 】

このように予混合燃焼はエミッション性能において優れているが、予混合燃焼を行っているときに断熱火炎温度が低下すると、失火の恐れがある。他方、拡散燃焼は、予混合燃焼に比べて低い断熱火炎温度でも安定して燃焼させることができる。また、ガスタービン・エンジン 1 0 では予混合燃焼が不可能な運転状態、例えば、始動時、アイドリング時などがある。

【 0 0 3 7 】

従って、この実施の形態においては断熱火炎温度が符号 a を超える温度領域に

においては予混合燃焼を生じさせると共に、断熱火炎温度が符号 a 以下となる温度領域においては拡散燃焼を生じさせるようにした。

【 0 0 3 8 】

また、ガスタービン・エンジン 1 0 の運転状態に応じて燃焼状態を切り替えるようにした。即ち、ガスタービン・エンジン 1 0 が始動時、アイドリング時など予混合燃焼が不可能な運転状態にあるときは、拡散燃焼を生じさせると共に、それ以外の運転状態においては予混合燃焼を生じさせるようにした。

【 0 0 3 9 】

かく構成することにより、ガスタービン・エンジン 1 0 の運転状態の全域にわたって安定した燃焼を実現することができると共に、CO、NO_xなどを効果的に低減させることができ、安定した燃焼の実現とエミッション性能の向上を両立させることができる。

【 0 0 4 0 】

さらに、前記した如く、一定した組成成分のガスの供給が期待できない場合、拡散燃焼から予混合燃焼への切り替え下限値 a を比較的高めに設定することも可能であるが、そうするとエミッション性能が犠牲となる。

【 0 0 4 1 】

従って、この実施の形態に係るガスタービン・エンジンの制御装置においては、図 3 および図 4 に関して後述する如く、酸素濃度（燃焼後に残存する残存酸素濃度）などから断熱火炎温度を精度良く検知して燃焼切り替えを制御し、よってエミッション性能を一層向上させるようにした。

【 0 0 4 2 】

さらに、酸素濃度などから発熱量を算出し、算出した発熱量に基づいて燃料供給を制御するようにした。即ち、燃料組成、換言すれば低位発熱量が変化すると、ガスタービン・エンジン 1 0 の燃料供給制御の精度が低下したり、極端な場合には制御不能となる恐れもある。

【 0 0 4 3 】

従って、この実施の形態に係るガスタービン・エンジンの制御装置においては、図 3 および図 4 に関して後述する如く、酸素濃度などから発熱量を算出して目

標値にフィードバック制御し、よって上記した制御精度の低下などを回避するようにした。

【 0 0 4 4 】

図 1 を参照してガスタービン・エンジン 1 0 の説明を続けると、ガスタービン・エンジン 1 0 にあっては、このように、空気取り入れ口から吸引され、コンプレッサ 1 2 で加圧されつつ吸気路 2 4 を通って流入する空気と気体燃料源から燃料供給路の分岐路 2 6 a を通過して流入する気体燃料は混合され（あるいは燃料供給路の分岐路 2 6 b 通って別々に）、燃焼器 1 6 に供給されて燃焼させられる。よって生じた燃焼ガスでタービン 1 4 が回転させられ、その出力軸 1 8 を介してコンプレッサ 1 2 および発電機 2 0 が駆動される。

【 0 0 4 5 】

また、図 1 の下部に示す如く、タービン 1 4 の回転に使用された燃焼ガスは依然 9 0 0 ℃ 程度の高温を保つことから、熱交換器 3 8 に送られ、コンプレッサ 1 2 で吸引された新気（大気。例えば 1 5 ℃）はそこで例えば 6 0 0 ℃ 程度まで昇温された後、ベンチュリミキサ 3 2 に供給される。

【 0 0 4 6 】

このように、図示のガスタービン・エンジン 1 0 は、再生式のガスタービン・エンジンである。尚、昇温させられた空気の一部は、希釈空気として燃焼ガスと混合させられ、燃焼ガスを希釈する。

【 0 0 4 7 】

燃料供給路 2 6 の分岐点下流には第 1 の温度センサ 4 0 と第 1 の圧力センサ 4 2 が設けられ、第 1 および第 2 の燃料制御弁 2 8, 3 0 の上流位置（入口）における気体燃料の温度（燃料制御弁入口温度） T_{f0} と圧力（燃料制御弁入口圧力） P_{f0} に比例した出力を生じる。

【 0 0 4 8 】

また、一方の分岐路 2 6 a においてベンチュリミキサ 3 2、より正確には絞り 3 2 b の上流側には第 2 の温度センサ 4 6 と第 2 の圧力センサ 4 8 が設けられ、絞り 3 2 b の上流位置（入口）における気体燃料の温度（絞り入口温度） T_{f2} と圧力（絞り入口圧力） P_{f2} に比例した出力を生じる。

【 0 0 4 9 】

また、吸気路 2 4 において、ベンチュリミキサ 3 2、より正確にはベンチュリ管 3 2 a の上流側には第 3 の温度センサ 5 0 と第 3 の圧力センサ 5 2 が設けられ、ベンチュリ管 3 2 a の上流位置（入口）における空気の温度（ベンチュリ入口空気温度） $T a 0$ と圧力（ベンチュリ入口圧力） $P a 0$ に比例した出力を生じる。

【 0 0 5 0 】

さらに、燃焼器 1 6 において希釈空気の導入位置より上流側には酸素濃度センサ 5 6 が設けられ、燃焼した後（で希釈する前）のガス中に残存する残存酸素濃度に比例した出力を生じる。酸素濃度センサ 5 6 は、 O_2 センサではなく、一般に広域酸素濃度センサと呼ばれる構造のセンサであり、残存酸素濃度に比例する検出信号を出力する。

【 0 0 5 1 】

上記したセンサ群の出力は、ECU（電子制御ユニット）6 0 に送られる。ECU 6 0 はマイクロコンピュータからなり、図示しない CPU, ROM, RAM などを備える。

【 0 0 5 2 】

次いで、この実施の形態に係るガスタービン・エンジンの制御装置の動作を説明する。この動作は具体的には、ECU 6 0 が行う動作である。

【 0 0 5 3 】

図 3 はその動作を示すブロック図である。

【 0 0 5 4 】

ECU 6 0 は、発電機 2 0 に接続される電気機器の負荷に応じて発熱量コマンド（目標発熱量）を算出する。次いで、算出した発熱量コマンドから、予め実験を通じて入口温度 $T f 0$ および圧力 $P f 0$ を基準値として設定された発熱量に対する第 1、第 2 の燃料制御弁 2 8、3 0 の有効開孔面積の特性（マップ）を検索して第 1、第 2 の燃料制御弁 2 8、3 0 の有効開孔面積を算出する。

【 0 0 5 5 】

次いで、第 1、第 2 の燃料制御弁 2 8、3 0 の上流側の温度 $T f 0$ と圧力 $P f$

0によって検索した有効開孔面積を補正し、補正した有効開孔面積から、予め実験を通じて設定された有効開孔面積に対するバルブ開度、即ち、第1、第2の燃料制御弁28、30のバルブ開度（ニードルバルブ28b、30bの位置）を検索する。次いで、検索したバルブ開度に対応する量だけアクチュエータ28c（30c）を駆動する。

【0056】

燃料供給路26を流れる気体燃料（ガス燃料）は、分岐路26aから第1の燃料制御弁28（あるいは分岐路26bから第2の燃料制御弁30）を通して流れる。ECU60は、前記したように断熱火炎温度に応じて燃焼切替制御を行い、必要に応じて燃焼切替えコマンドを出力して燃焼切替器62を介して切替える。その結果、分岐路26aあるいは26bのいずれかを通る気体燃料が燃焼器16に供給される。

【0057】

尚、理解の便宜のため、燃焼切替器62などを用いるようにハードウェア的に示すが、実際は、図1に関して説明した如く、ECU60は、ソフトウェア手法によって第1の燃料制御弁28および第2の燃料制御弁30のいずれかを選択して動作させることで、燃焼を切り替えている。従って、実際には燃焼切替器62は使用されない。

【0058】

断熱火炎温度は、ベンチュリ管32aの上流位置における空気の温度（入口空気温度） T_{a0} と単位空気量当たりの発熱量に基づいて算出する。

【0059】

この断熱火炎温度の算出を説明すると、先ず、燃焼ガス酸素濃度を入口空気に対しての酸素濃度に換算する。これは、燃焼により質量（燃料投入分）が増加することから、その増加分を補正するためである。尚、そのときに燃料組成は仮定値、例えばメタン（ CH_4 ）が100%などとする。

【0060】

次いで、換算した酸素濃度から、例えば大気酸素濃度を21%などと仮定して単位体積空気量当たりの酸素消費量を算出する。具体的には、単位体積空気量当

たり酸素消費量＝大気酸素濃度－入口空気相当換算酸素濃度、と算出する。

【0061】

次いで、算出した単位体積空気量当たり酸素消費量から単位体積空気流量当たりの発熱量を算出する。具体的には、単位体積空気流量当たりの発熱量＝単位体積空気量当たり酸素消費量×単位酸素消費量当たり発熱量、と算出する。この単位酸素消費量当たり発熱量は、例えば、 $18 \text{ [kJ/m}^3 \text{ N]}$ である。

【0062】

次いで、算出した単位体積空気流量当たり発熱量を、単位質量空気流量当たり発熱量に換算する。具体的には、単位質量空気流量当たり発熱量＝単位体積空気流量当たり発熱量／ 1.2928 （標準状態空気密度 0°C 1気圧）、と算出する。

【0063】

次いで、断熱火炎温度を算出する。即ち、断熱火炎温度＝入口空気温度＋（単位質量空気流量当たり発熱量／燃焼ガス比熱）×補正值、と算出する。補正は、断熱火炎温度が燃焼ガスの温度となることから、先の場合と同様に、質量流量（燃料投入分）による増加分を修正するためである。尚、そのときに燃料組成は仮定値、例えばメタン（ CH_4 ）が 100% などとする。

【0064】

次いで、燃焼器16から燃焼ガスを酸素濃度センサ56でサンプリングし、サンプリングした酸素濃度（残存酸素濃度）から予め定められた特性に従って、後述する如く、単位空気量当たりの発熱量（低位発熱量）を算出する。

【0065】

他方、検出した圧力および温度などに基づき、図4に示す如く、燃焼空気量（空気質量流量）を算出し、算出された単位空気量当たりの発熱量に乗算して発熱量、即ち、検出發熱量を演算する。そして、検出發熱量を発熱量コマンド（目標発熱量）と比較し、偏差が減少するように検索した有効開孔面積を補正する。これは、前記した如く、制御精度の低下などを防止するためである。

【0066】

次いで、残存酸素濃度に基づく発熱量の算出について説明する。

【0067】

図5は発明者が実験して得たデータ図である。

【0068】

図5において横軸は酸素消費量 [$\text{m}^3 \text{N} / \text{m}^3 \text{N-fuel}$] (1ノルマル立方メートルの燃料の消費に使用される酸素量) を、縦軸は低位発熱量 [$\text{MJ} / \text{m}^3 \text{N-fuel}$] (1ノルマル立方メートルの燃料が生じる低位発熱量) を示す。尚、ここで「低位発熱量」は、水分蒸発に使用される熱量を除く、実発熱量の意味で使用する。

【0069】

図5においてプロットは実測値を示し、直線はメタン (CH_4) を例にとったときの単位酸素 (O_2) 消費量当たりの発熱量 [$\text{MJ} / \text{m}^3 \text{N}$] を一定としたときの特性を示す。実測値と特性の誤差は1%であった。これから、酸素消費量をみれば発熱量を推定できることが分かる。即ち、気体燃料(ガス燃料)の構成比が変化しても、酸素消費量当たりの発熱量は略一定となることが分かる。

【0070】

従って、図6に示すように、発熱量に対する酸素消費量の逆数値である残存酸素濃度(例えば体積%)を求めてマップとして用意しておけば、残存酸素濃度を測定してマップを検索することで、発熱量 [$\text{MJ} / \text{kg-air}$] (1kgの空気が与えられたときの発熱量)を求めることができる。この発明は、かかる知見に基づく。

【0071】

次いで燃料質量流量と空気質量流量の検出(算出)について説明する。

【0072】

従来、ベンチュリを用いて流量を検出するときは、ベンチュリ入口圧力、ベンチュリスロート部(最小断面積部)圧力、およびベンチュリスロート部断面積を必要としている。

【0073】

ところで、近時、特開平1-163426号公報で提案されるように、ベンチュリミキサをマルチ化したマルチベンチュリミキサが知られており、この実施の

形態でもその種のベンチュリミキサ 3 2 を使用しているが、かかるマルチベンチュリミキサを用いる場合、従来の手法によるときは個々のベンチュリミキサのスロート部圧力を検出する必要があり、センサ個数が増加するなど構成が複雑となる不都合があった。

【 0 0 7 4 】

従って、この実施の形態においては、図 4 に示す如く、燃料圧力および温度（または密度）などスロート部圧力 P_{a1} を算出し、それから燃焼空気流量（空気質量流量）を求めるようにした。即ち、マルチベンチュリミキサにおいても個々のベンチュリミキサのスロート部圧力を検出する必要なく、空気質量流量を算出できるようにした。

【 0 0 7 5 】

以下、それについて説明する。

【 0 0 7 6 】

図 7 は、その算出原理を示す、ベンチュリミキサ 3 2 の模式図である。

【 0 0 7 7 】

燃料制御弁 2 8 およびベンチュリミキサ 3 2 を図 7 のように示すとき、燃料質量燃料 m_f と空気質量流量 m_a は、同図に示すように表すことができる。

【 0 0 7 8 】

図中の式から、絞り 3 2 b の上流側の温度 T_{f2} および圧力 P_{f2} ならびに燃料質量流量 m_f が与えられると、スロート部圧力 P_{a1} が一義的に決まる。

【 0 0 7 9 】

燃料質量流量 m_f が 0 の場合、絞り 3 2 b の上流側の圧力 $P_{f2} =$ スロート部圧力 P_{a1} となる。

【 0 0 8 0 】

図 8 は、絞り 3 2 b の上流側の圧力 P_{f2} と空気質量流量 m_a および燃料質量流量 m_f の相関関係を示すデータである。即ち、この実施の形態においては、スロート部 3 2 2 に入る燃料を圧力と置き換えて流量を検出するようにした。

【 0 0 8 1 】

図 9 は、図 7 に示す構成をこの実施の形態に係る燃料制御弁 2 8 およびベンチ

ユリミキサ 3 2 に置き換えて示す模式図である。

【 0 0 8 2 】

尚、この実施の形態においては燃料制御弁 2 8 として、チョークド・フロー・ニードル・バルブを用いる。このチョークド・フロー・ニードル・バルブは、ある臨界圧で音速流を使用するときに差圧の検出が不要となる性質を応用し、入口圧力から流量を計測できるようにしたバルブである。

【 0 0 8 3 】

かかるチョークド・フロー・ニードル・バルブ（燃料制御弁 2 8）にあっては、バルブ（燃料制御弁 2 8）を通過する燃料質量流量 $m f v$ と絞り 3 2 b を通過する燃料質量流量 $m f o$ は等しいので、それぞれ同図に示すように表すことができる。

【 0 0 8 4 】

このバルブにあっては M （マッハ数） = 1 となる。よって、図 9 に示す式のように $P a 1 / P f 2$ で表される関数の値が求まる。この関数の値より、スロート部圧力 $P a 1$ を求めることができる。

【 0 0 8 5 】

従って、第 1 の燃料制御弁 2 8 の有効開孔面積 $A V L V$ を用いることにより、スロート部圧力 $P a 1$ を求めることができ、それから図示の式を用いて空気質量流量 $m a$ を容易に算出することができる。尚、第 1 の燃料制御弁 2 8 の有効開孔面積 $A V L V$ は、アクチュエータ 2 8 c の位置を適宜な特性で変換して算出する。

【 0 0 8 6 】

図 1 0 にチョークド・フロー・ニードル・バルブ（燃料制御弁 2 8）を用いた場合のベンチュリスロート部圧力 $P a 1$ の計測誤差を示す。図示の如く、誤差 ± 1 % 程度である。従って、燃料組成（物性）が異なる場合、比熱を一定と扱っても $P a 1$ の計測誤差は十分に小さく、許容範囲とみなすことができる。

【 0 0 8 7 】

この実施の形態に係るガスタービン・エンジンの制御装置は上記の如く、断熱火炎温度が符号 a を超える温度領域においては予混合燃焼を生じさせると共に、断熱火炎温度が符号 a 以下となる温度領域においては拡散燃焼を生じさせるよう

にした。

【0088】

また、ガスタービン・エンジン10の運転状態に応じて燃焼状態を切り替えるようにした。即ち、ガスタービン・エンジン10が始動時、アイドリング時など予混合燃焼が不可能な運転状態にあるときは、拡散燃焼を生じさせると共に、それ以外の運転状態においては予混合燃焼を生じさせるようにした。

【0089】

それによって、ガスタービン・エンジン10の運転状態の全域にわたって安定した燃焼を実現することができると共に、CO、NO_xなどを効果的に低減させることができ、安定した燃焼の実現とエミッション性能の向上を両立させることができる。

【0090】

さらに、前記した如く、一定した組成成分のガスの供給が期待できない場合、拡散燃焼から予混合燃焼への切り替え下限値aを比較的高めに設定することも可能であるが、そうするとエミッション性能が犠牲となることから、酸素濃度（燃焼後に残存する残存酸素濃度）などから断熱火炎温度を精度良く検知して燃焼切り替えを制御した。これによってエミッション性能を一層向上させることができる。

【0091】

さらに、酸素濃度などから発熱量を算出し、算出した発熱量に基づいて燃料供給を制御するようにした。即ち、燃料組成、換言すれば低位発熱量が変化すると、ガスタービン・エンジン10の燃料供給制御の精度が低下したり、極端な場合には制御不能となる恐れもあることから、酸素濃度などから発熱量を算出して目標値にフィードバック制御した。これによって制御精度の低下などを回避することができる。

【0092】

以上述べた如く、この実施の形態においては、コンプレッサ12で加圧されつつ供給される空気と供給源から供給される気体燃料を燃焼器16で燃焼させ、よって生じた燃焼ガスでタービン14を回転させて前記コンプレッサ12を駆動す

ると共に、前記タービンの回転を出力軸 1 8 を介して出力するガスタービン・エンジン 1 0 の制御装置において、前記空気と気体燃料を前記燃焼器に供給する燃料供給手段（燃料供給路 2 6 の分岐路 2 6 a、2 6 b、第 1 および第 2 の燃料制御弁 2 8、3 0、ベンチュリミキサ 3 2、ECU 6 0）、前記燃焼器に供給される空気の流量（空気質量流量 m_a ）を検出する空気流量検出手段（第 3 の温度センサ 5 0、第 3 の圧力センサ 5 2 など、ECU 6 0）、前記燃焼ガス中の酸素濃度（残存酸素濃度）を検出する酸素濃度検出手段（酸素濃度センサ 5 6、ECU 6 0）、および少なくとも前記検出された空気流量と酸素濃度に基づいて前記燃焼器の燃焼によって発生する発熱量を演算する発熱量演算手段（ECU 6 0）を備え、前記燃料供給手段は、前記演算された発熱量に基づいて前記燃焼器に供給する気体燃料を調量する如く構成した。

【0093】

検出された空気流量（空気質量流量 m_a ）と酸素濃度（残存酸素濃度）に基づいて燃焼器 1 6 の燃焼によって発生する発熱量を演算し、演算した発熱量に基づいて燃焼器に供給する気体燃料（ガス燃料）を調量する如く構成したので、天然ガスなどの気体燃料を使用するとき、天然ガスの成分の組成が一定しない場合においても、失火を回避しつつ負荷の要求に応じて安定して運転することができると共に、エミッション性能を向上させることができる。

【0094】

また、前記燃料供給手段は、前記空気と気体燃料を混合し、混合気を前記燃焼器に供給して予混合燃焼させる予混合燃焼手段（燃料供給路 2 6 の分岐路 2 6 a、第 1 の燃料制御弁 2 8、吸気路 2 4、ベンチュリミキサ 3 2、ECU 6 0）、前記気体燃料を前記燃焼器 1 6 に供給して前記空気と拡散燃焼させる拡散燃焼手段（燃料供給路 2 6 の分岐路 2 6 b、第 2 の燃料制御弁 3 0、ECU 6 0）、少なくとも前記検出された酸素濃度に基づいてタービン入口温度を示す断熱火炎温度を演算する断熱火炎温度演算手段（ECU 6 0）、および前記演算された断熱火炎温度に応じて前記予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の少なくともいずれかを選択する選択手段（ECU 6 0、燃焼切替器 6 2）を備える如く構成した。

【0095】

演算した断熱火炎温度に応じて予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の少なくともいずれかを選択するように構成したので、エミッション性能を向上させることができると共に、エミッション性能において優れる一方、燃焼の安定性において劣る予混合燃焼から拡散燃焼に切り換えて失火などを回避することも可能となり、安定した燃焼の実現とエミッション性能の向上を両立させることができる。

【 0 0 9 6 】

また、前記燃料供給手段は、前記ガスタービン・エンジンの運転状態を判定する運転状態判定手段（ECU 60）、および前記判定された運転状態に応じて前記予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の少なくともいずれかを選択する選択手段（ECU 60、燃焼切替器 62）を備える如く構成した。

【 0 0 9 7 】

ガスタービン・エンジンの運転状態を判定して予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の少なくともいずれかを選択するように構成したので、安定した燃焼の実現とエミッション性能の向上を一層良く両立させることができる。

【 0 0 9 8 】

また、前記発熱量演算手段は、前記検出された酸素濃度に基づいて単位空気量当たりの発熱量を演算する単位空気量当たり発熱量演算手段（ECU 60）を備え、前記演算された発熱量（単位空気量当たりの発熱量）に前記検出された空気流量（燃焼空気流量）を乗じて発熱量を演算する如く構成した。

【 0 0 9 9 】

検出した酸素濃度に基づいて単位空気量当たりの発熱量を演算し、演算した発熱量に検出した空気流量を乗じて発熱量を演算する如く構成したので、燃焼器 16 に供給する気体燃料を精度良く調量することができ、天然ガスなどの気体燃料を使用するとき、天然ガスの成分の組成が一定しない場合においても、燃料供給制御の精度が低下したり、制御不能となるのを効果的に防止することができる。

【 0 1 0 0 】

また、前記燃料供給手段は、前記出力軸 18 に作用する負荷（電気負荷）に応じて目標発熱量（発熱量コマンド）を決定する目標発熱量決定手段（ECU 60）、前記決定された目標発熱量に基づいて前記気体燃料の流量を調量する調量手

段（E C U 6 0）、および前記演算された発熱量と前記決定された目標発熱量の偏差を求め、求めた偏差に応じて前記目標発熱量を修正する目標発熱量修正手段からなるフィードバック系を備えるように構成した。

【0 1 0 1】

決定した目標発熱量の偏差を求め、求めた偏差に応じて目標発熱量をフィードバック補正を行うように構成したので、燃焼器 1 6 に供給する気体燃料を一層精度良く調量することができ、天然ガスなどの気体燃料を使用するとき、天然ガスの成分の組成が一定しない場合においても、燃料供給制御の精度が低下したり、制御不能となるのを一層効果的に防止することができる。

【0 1 0 2】

また、前記調量手段はバルブ（第 1 および第 2 の燃料制御弁 2 8，3 0）からなると共に、前記目標発熱量に対して予め設定された特性に従って前記バルブの開度（有効開孔面積）を演算するバルブ開度演算手段（E C U 6 0）を備え、前記演算されたバルブ開度に基づいて前記気体燃料の流量を調量する如く構成した。

【0 1 0 3】

目標発熱量に対して予め設定された特性に従って（第 1 および第 2 の燃料制御弁 2 8，3 0 の）バルブの開度を演算し、演算したバルブ開度に基づいて気体燃料の流量を調量する如く構成したので、燃料供給制御の精度が低下したり、制御不能となるのを一層効果的に防止することができるに止まらず、燃料供給制御を一層精度良く行うことができる。

【0 1 0 4】

【発明の効果】

請求項 1 項にあっては、検出された空気流量と酸素濃度に基づいて燃焼器の燃焼によって発生する発熱量を演算し、演算した発熱量に基づいて燃焼器に供給する気体燃料を調量する如く構成したので、天然ガスなどの気体燃料を使用するとき、天然ガスの成分の組成が一定しない場合においても失火を回避しつつ負荷の要求に応じて安定して運転することができると共に、エミッション性能を向上させることができる。

【 0 1 0 5 】

請求項 2 項にあっては、演算した断熱火炎温度に応じて予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の少なくともいずれかを選択するように構成したので、エミッション性能を向上させることができると共に、エミッション性能において優れる一方、燃焼の安定性において劣る予混合燃焼から拡散燃焼に切り換えて失火などを回避することも可能となり、安定した燃焼の実現とエミッション性能の向上を両立させることができる。

【 0 1 0 6 】

請求項 3 項にあっては、エンジンの運転状態を判定して予混合燃焼手段および拡散燃焼手段の少なくともいずれかを選択するように構成したので、安定した燃焼の実現とエミッション性能の向上を一層良く両立させることができる。

【 0 1 0 7 】

請求項 4 項にあっては、検出した酸素濃度に基づいて単位空気量当たりの発熱量を演算し、演算した発熱量に検出した空気流量を乗じて発熱量を演算する如く構成したので、燃焼器に供給する気体燃料を精度良く調量することができ、天然ガスなどの気体燃料を使用するとき、天然ガスの成分の組成が一定しない場合においても、燃料供給制御の精度が低下したり、制御不能となるのを効果的に防止することができる。

【 0 1 0 8 】

請求項 5 項にあっては、決定した目標発熱量の偏差を求め、求めた偏差に応じて目標発熱量をフィードバック補正を行うように構成したので、燃焼器に供給する気体燃料を一層精度良く調量することができ、天然ガスなどの気体燃料を使用するとき、天然ガスの成分の組成が一定しない場合においても、燃料供給制御の精度が低下したり、制御不能となるのを一層効果的に防止することができる。

【 0 1 0 9 】

請求項 6 項にあっては、目標発熱量に対して予め設定された特性に従ってバルブの開度を演算し、演算したバルブ開度に基づいて気体燃料の流量を調量する如く構成したので、燃料供給制御の精度が低下したり、制御不能となるのを一層効果的に防止することができるに止まらず、燃料供給制御を一層精度良く行うこと

ができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の一つの実施の形態に係るガスタービン・エンジンの制御装置を全体的に示す概略図である。

【図 2】

図 1 装置の中の燃料制御弁およびベンチュリミキサなどの構成を模式的に示す説明図である。

【図 3】

図 1 装置の動作を示すブロック図である。

【図 4】

図 3 に示す動作の中の燃焼空気流量（空気質量流量）などの算出を示すブロック図である。

【図 5】

図 3 に示す動作の中の酸素濃度に基づく発熱量の算出を示す実験データである。

【図 6】

図 5 に示す発熱量の算出手法に基づいて作成されるマップの特性を示す説明グラフである。

【図 7】

図 3 に示す動作の中の空気質量流量の算出原理を示す説明図である。

【図 8】

得られた空気質量流量をスロート部圧力（燃料圧力）および燃料質量流量に対して示す実験データである。

【図 9】

図 7 に示す構成を図 1 に示す燃料制御弁およびベンチュリミキサに置き換えて示す説明図である。

【図 1 0】

燃料制御弁を用いた場合のスロート部圧力の計測誤差を示す実験データである。

【図 1 1】

図 1 装置の断熱火炎温度に基づく制御を示す説明グラフである。

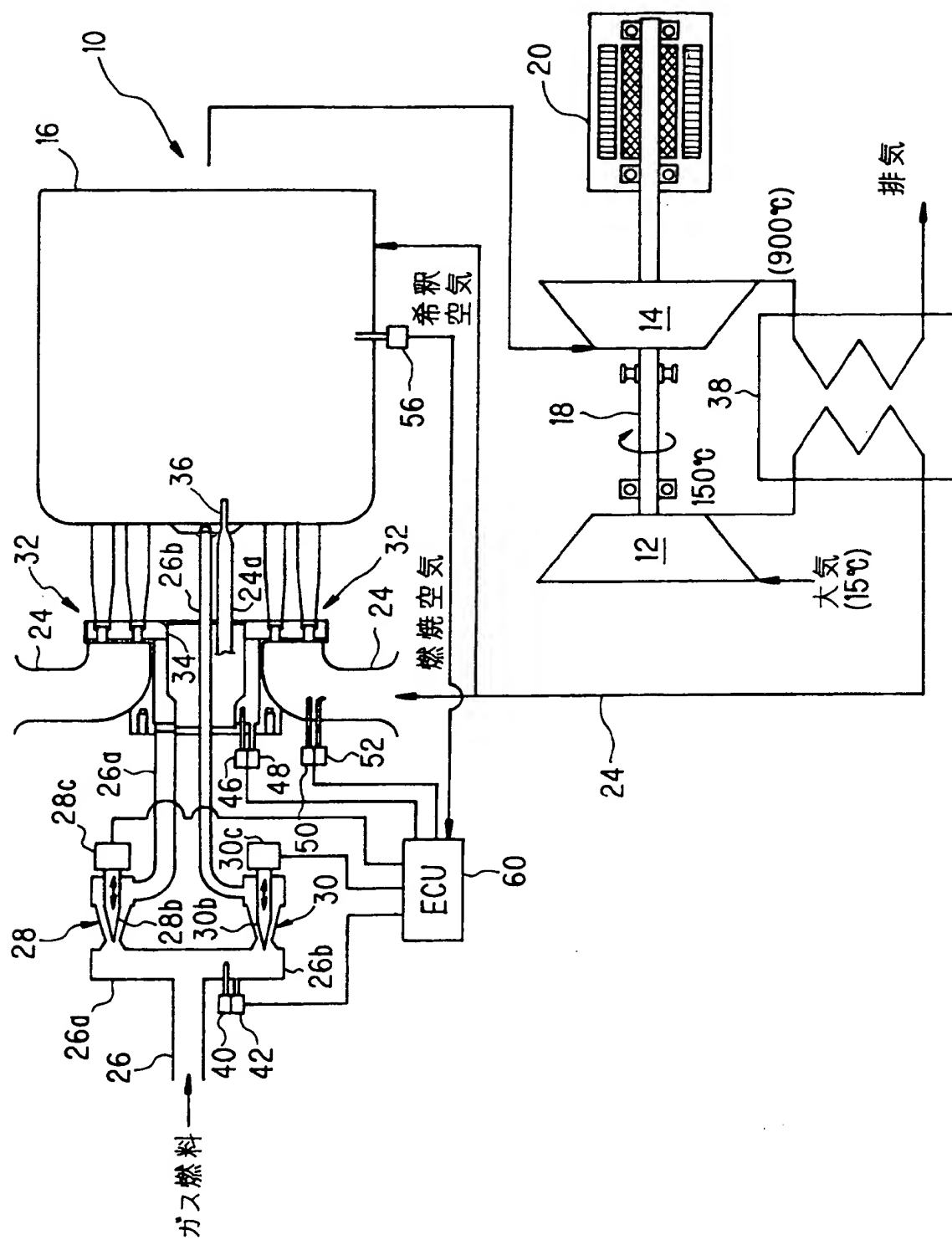
【符号の説明】

1 0	ガスタービン・エンジン
1 2	コンプレッサ
1 4	タービン
1 6	燃焼器
1 8	出力軸
2 0	発電機
2 4	吸気路
2 8	第 1 の燃料制御弁
3 0	第 2 の燃料制御弁
3 2	ベンチュリミキサ
3 2 a	ベンチュリ管
3 2 b	絞り
3 2 2	スロート部
4 0	第 1 の温度センサ
4 2	第 1 の圧力センサ
5 6	酸素濃度センサ
6 0	E C U

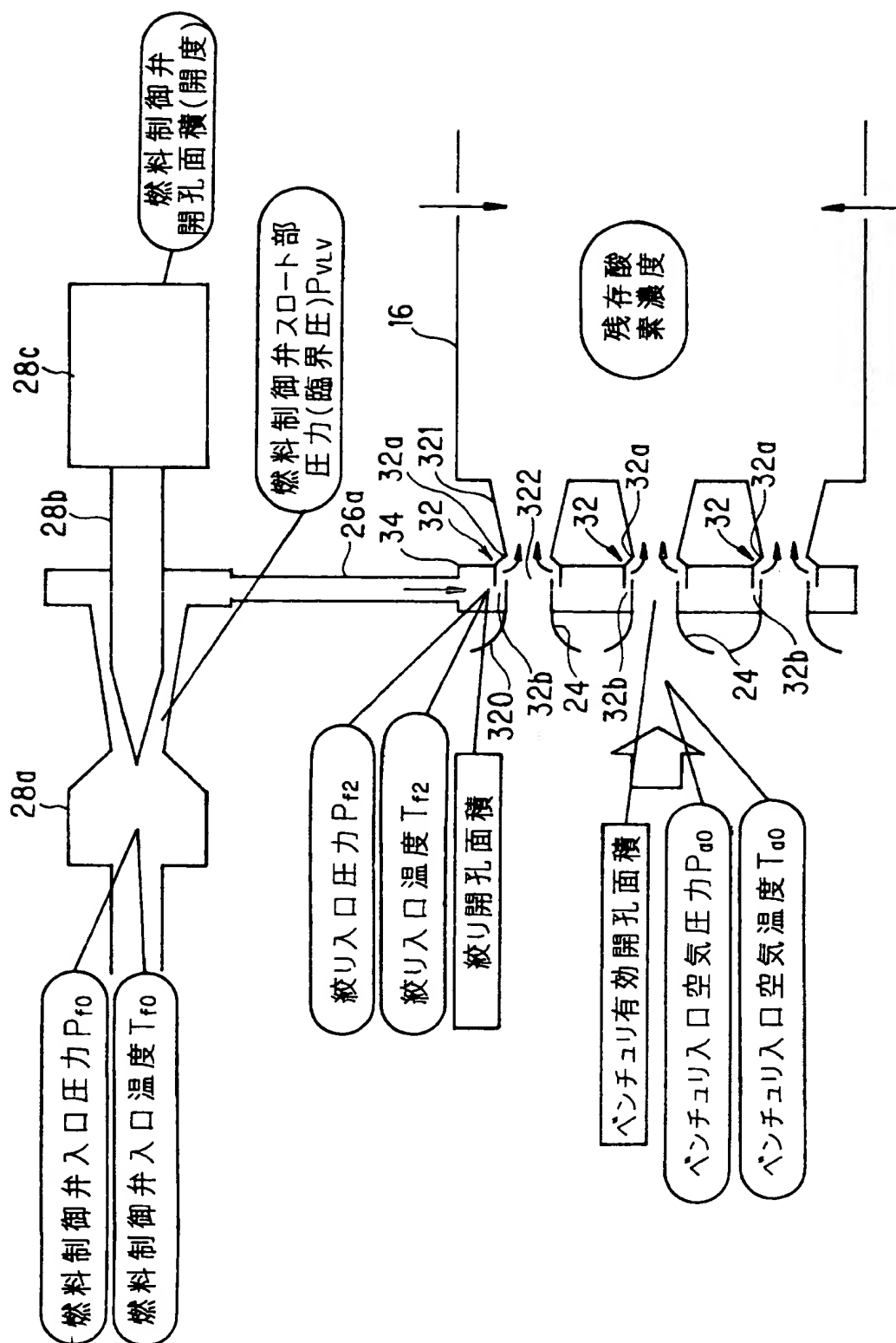
【書類名】

図面

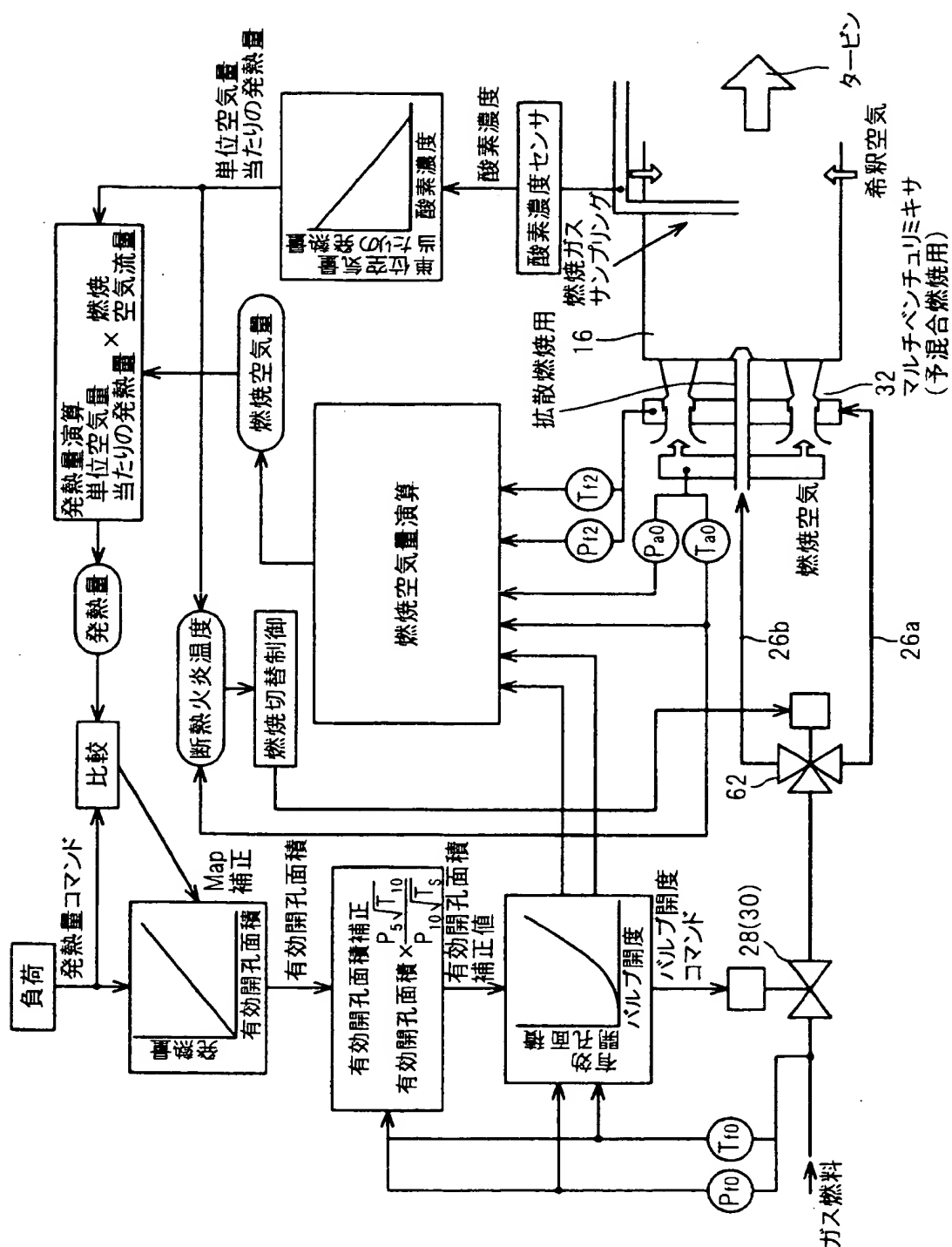
【図 1】



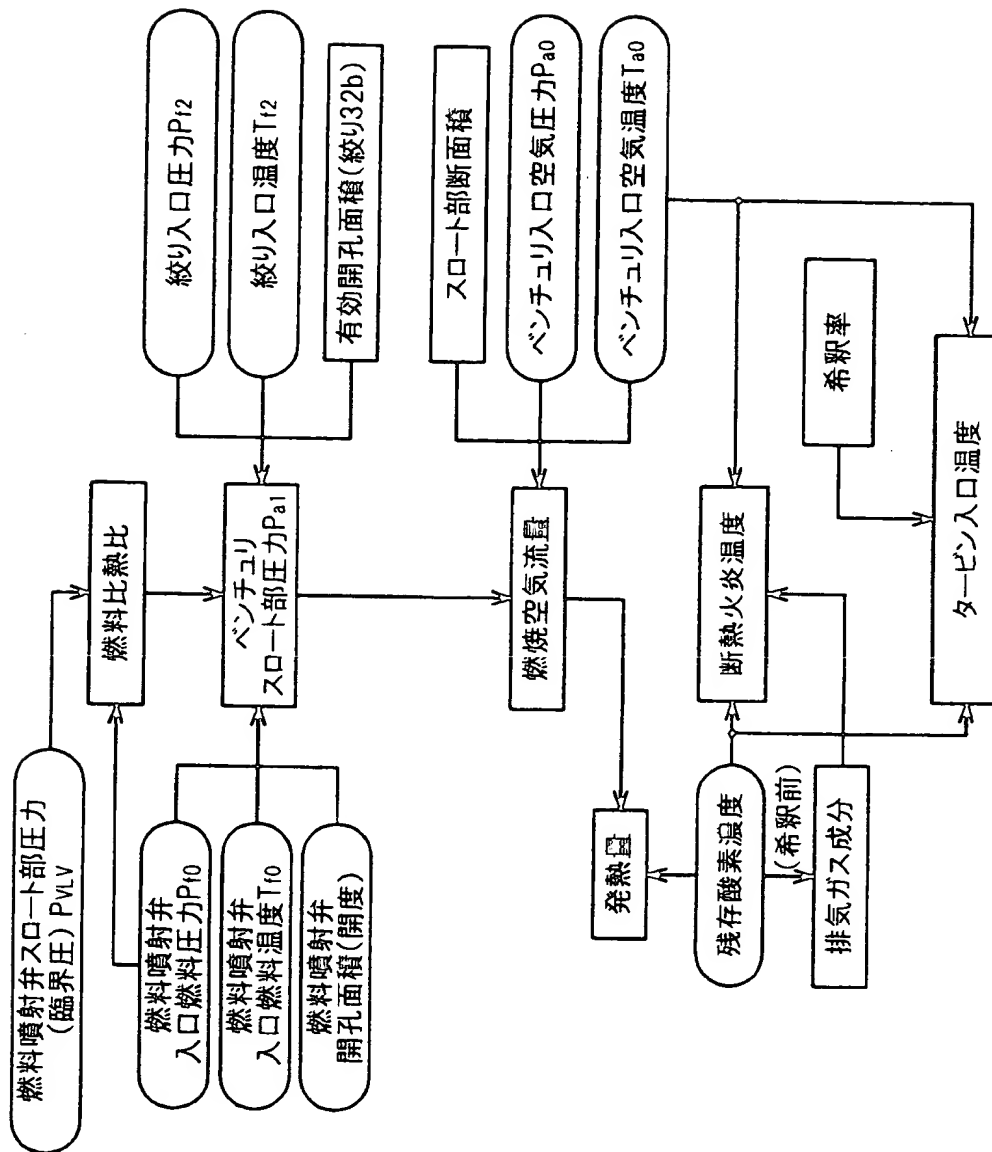
【图 2】



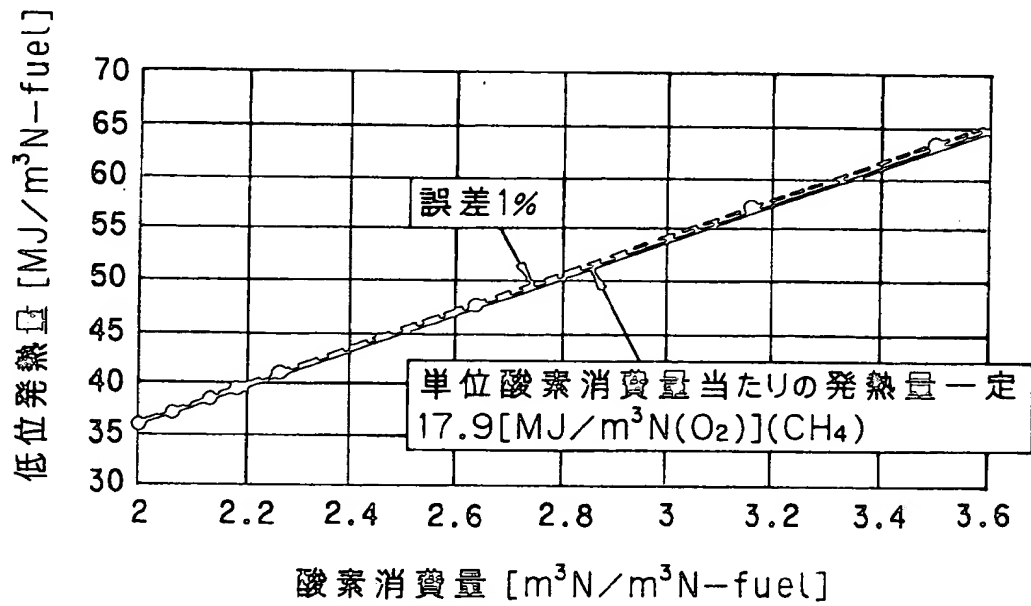
【図 3】



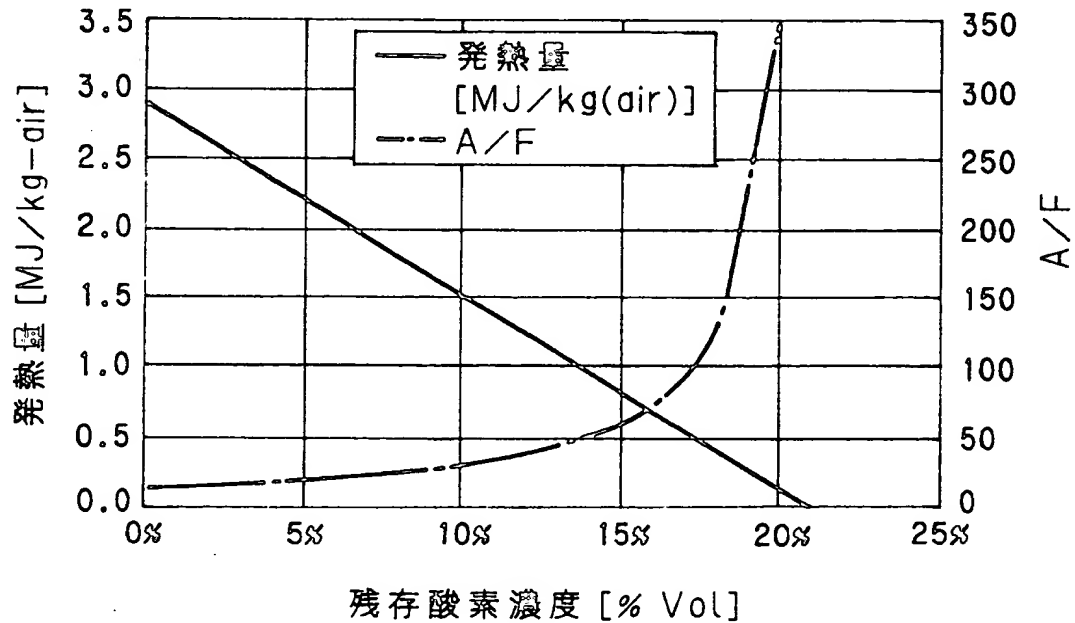
【图 4】



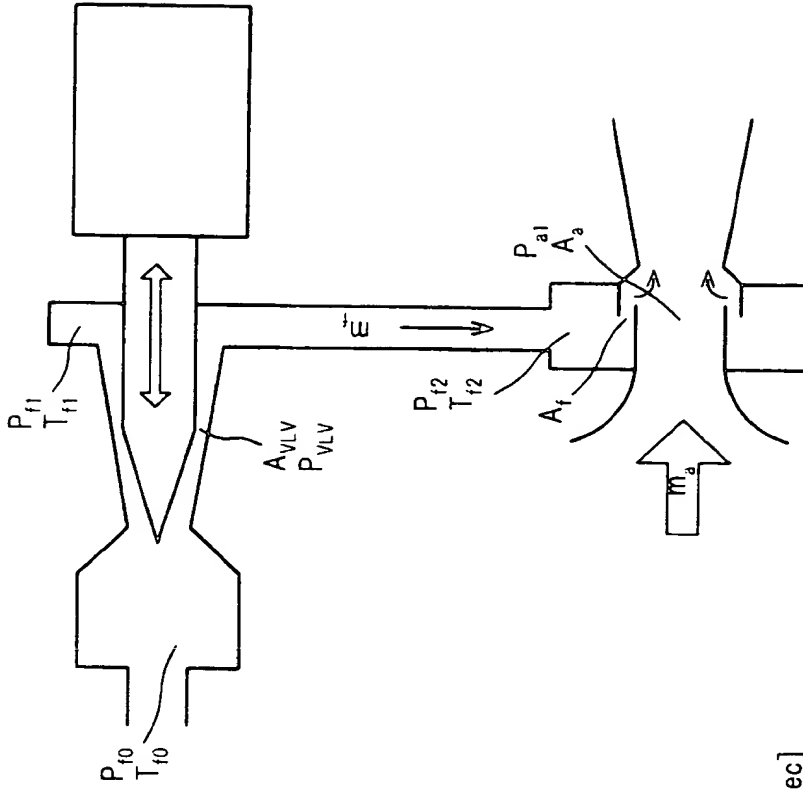
【図 5】



【図 6】



【図 7】

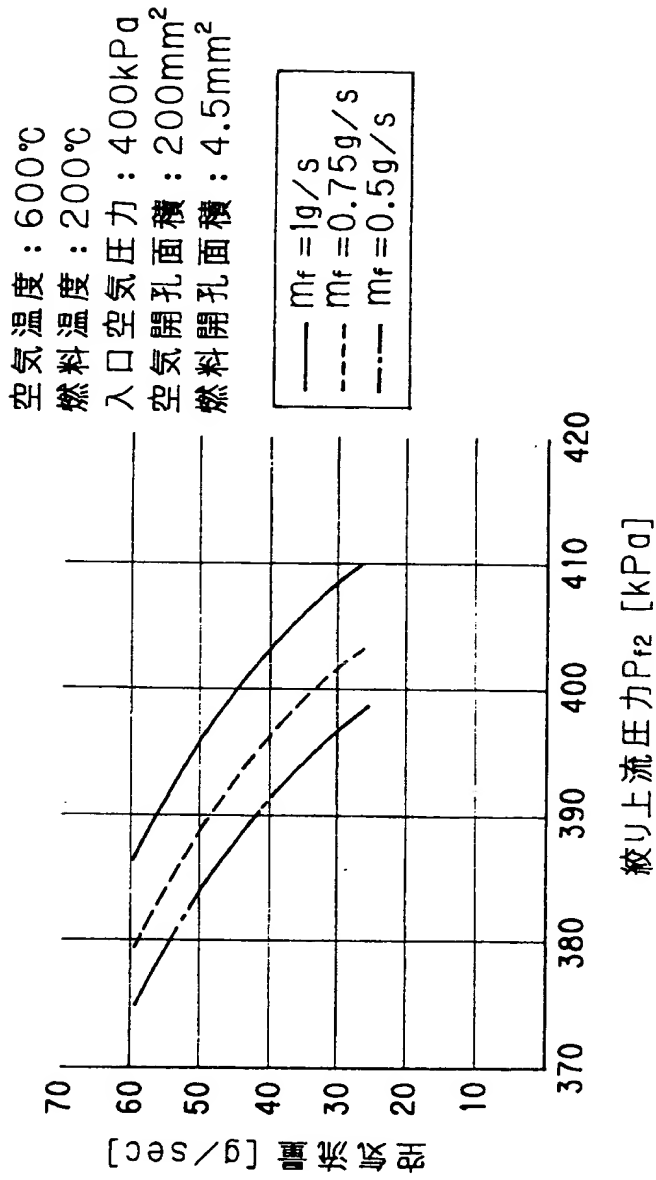


$$m_f = \frac{P_{f2} A_f}{\sqrt{R_f T_{f2}}} \left\{ \frac{2 \kappa_f}{\kappa_f - 1} \left(\frac{P_{a1}}{P_{f2}} \right)^{\frac{2}{\kappa_f}} - \left(\frac{P_{a1}}{P_{f2}} \right)^{\frac{\kappa_f + 1}{\kappa_f}} \right\}$$

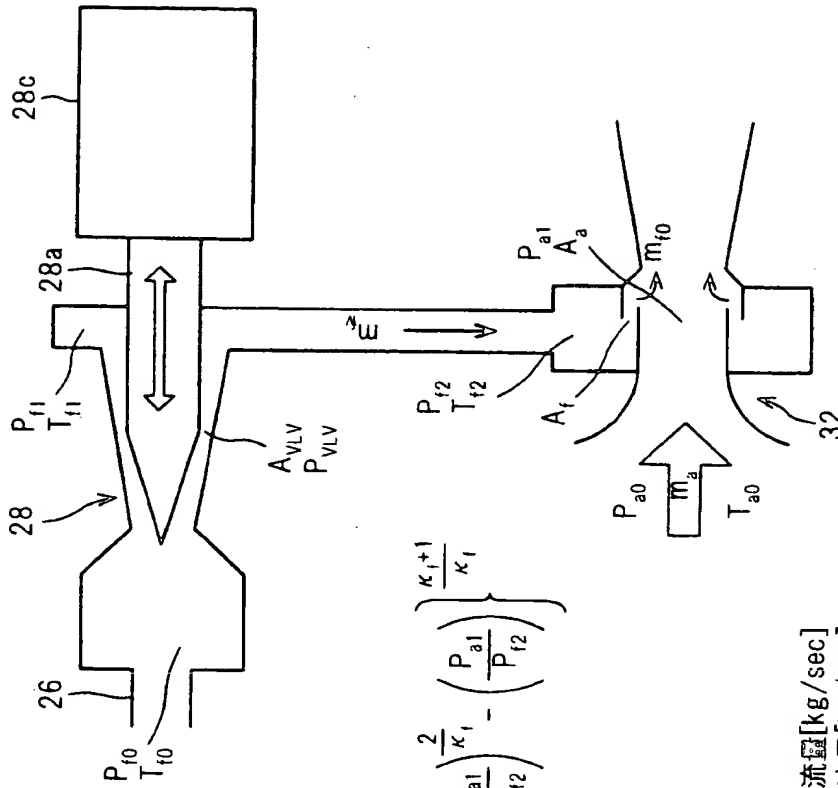
$$m_a = \frac{P_{a0} A_a}{\sqrt{R_a T_{a0}}} \left\{ \frac{2 \kappa_a}{\kappa_a - 1} \left(\frac{P_{a0}}{P_{a1}} \right)^{\frac{2}{\kappa_a}} - \left(\frac{P_{a0}}{P_{a1}} \right)^{\frac{\kappa_a + 1}{\kappa_a}} \right\}$$

- P_{f0} : 燃料制御弁入口圧力[Pa]
 P_{f2} : 絞り入口圧力[Pa]
 P_{VLV} : 燃料制御弁スロット部圧力[Pa]
 P_{a0} : ベンチュリ入口空気圧力[Pa]
 P_{a1} : ベンチュリスロット部圧力[Pa]
 T_{f0} : 燃料制御弁入口温度[K]
 T_{f2} : 絞り入口温度[K]
 T_{a0} : ベンチュリ入口空気温度[K]
 m_f : 燃料流量[kg/sec]
 m_a : 空気流量[kg/sec]
 A_{VLV} : 燃料制御弁有効開口面積[m²]
 A_f : 絞り入口有効開口面積[m²]
 A_a : ベンチュリスロット部有効開口面積[m²]
 R_f : 燃料ガス定数[kJ/kg K]
 R_a : 空気ガス定数[kJ/kg K]
 κ_f : 燃料比熱比
 κ_a : 空気比熱比

【図 8】



【図 9】



$$m_v = \frac{P_{f0} A_{VLV}}{\sqrt{RT_{f0}}} M \sqrt{\kappa_f} \left(1 + \frac{\kappa_f - 1}{2} M^2 \right)^{\frac{\kappa_f + 1}{2(\kappa_f - 1)}}$$

$$m_{f0} = \frac{P_{f2} A_f}{\sqrt{RT_{f2}}} \sqrt{\frac{2 \kappa_f}{\kappa_f - 1} \left\{ \left(\frac{P_{a1}}{P_{f2}} \right)^{\frac{2}{\kappa_f}} - \left(\frac{P_{a1}}{P_{f2}} \right)^{\frac{\kappa_f + 1}{\kappa_f}} \right\}}$$

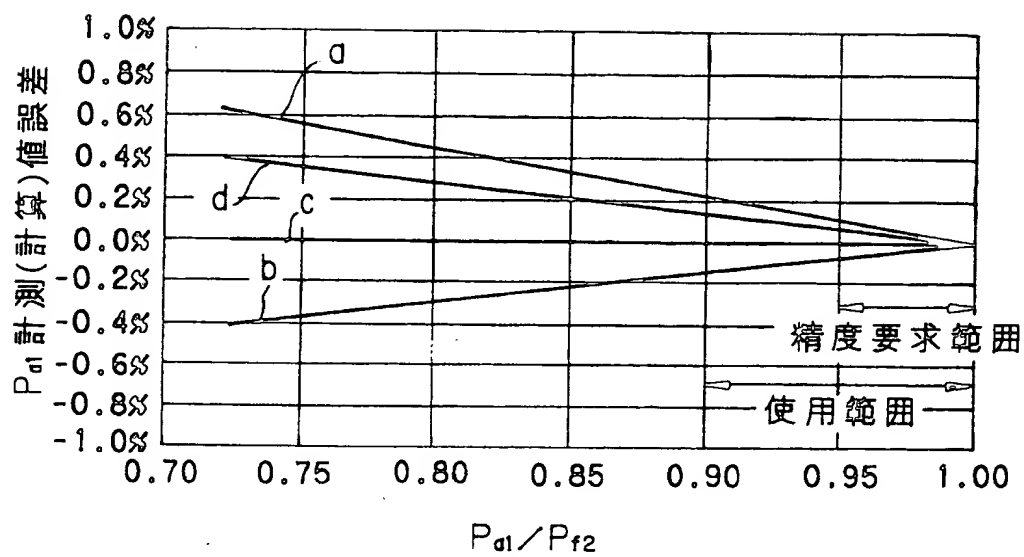
このバルブはチョークしているので、 $M=1$ となる。よって

$$m_f = \left\{ \frac{P_{f0} A_{VLV}}{\sqrt{RT_{f0}}} \sqrt{\frac{2 \kappa_f}{\kappa_f - 1}} \sqrt{\kappa_f} \left(1 + \frac{\kappa_f - 1}{2} \right)^{\frac{\kappa_f + 1}{2}} \right\} \frac{\kappa_f - 1}{2 \kappa_f} \left(\frac{P_{a1}}{P_{f2}} \right)^{\frac{2}{\kappa_f}} - \left(\frac{P_{a1}}{P_{f2}} \right)^{\frac{\kappa_f + 1}{\kappa_f}}$$

$$m_a = \frac{P_{a0} A_a}{\sqrt{RT_{a0}}} \sqrt{\frac{2 \kappa_a}{\kappa_a - 1} \left\{ \left(\frac{P_{a0}}{P_{a1}} \right)^{\frac{2}{\kappa_a}} - \left(\frac{P_{a0}}{P_{a1}} \right)^{\frac{\kappa_a + 1}{\kappa_a}} \right\}}$$

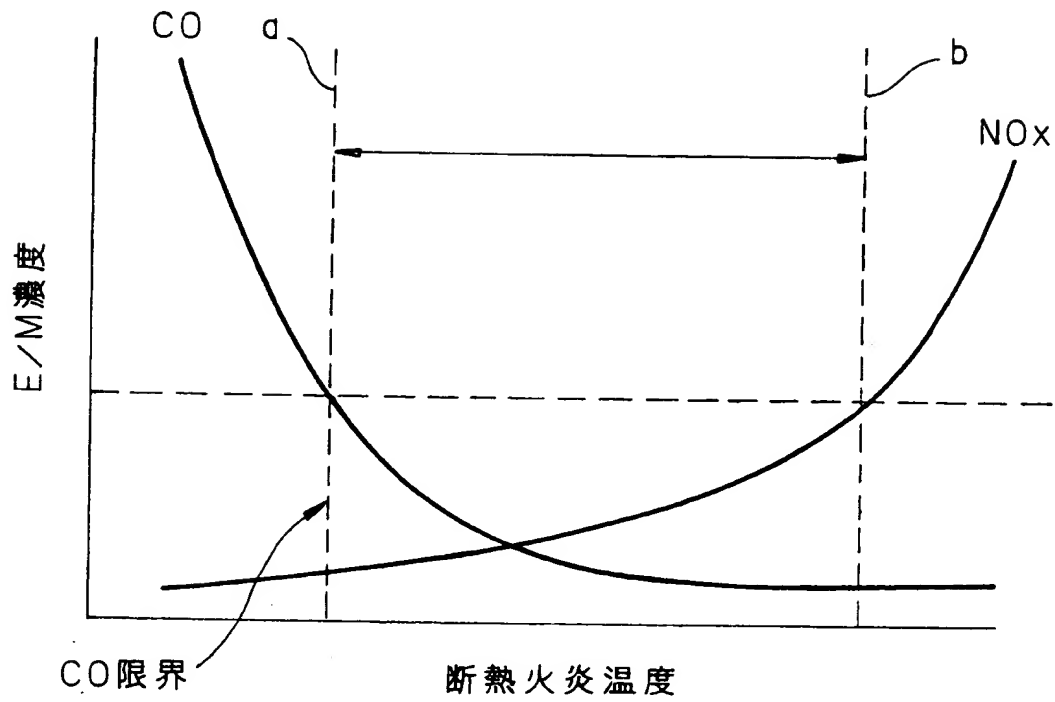
- P_{f0} : 燃料制御弁入口圧力[Pa]
 P_{f2} : 絞り入口圧力[Pa]
 P_{VLV} : 燃料制御弁スロート部圧力[Pa]
 P_{a0} : ベンチュリ入口空気圧力[Pa]
 P_{a1} : ベンチュリスロート部圧力[Pa]
 T_{f0} : 燃料制御弁入口温度[K]
 T_{f2} : 絞り入口温度[K]
 T_{a0} : ベンチュリ入口空気温度[K]
 m_f : 燃料流量[kg/sec]
 m_a : 空気流量[kg/sec]
 A_{VLV} : 燃料制御弁有効開口面積[m²]
 A_f : 絞り入口有効開口面積[m²]
 A_a : ベンチュリスロート部有効開口面積[m²]
 R_f : 燃料ガス定数[kJ/kg K]
 R_a : 空気ガス定数[kJ/kg K]
 κ_f : 燃料比熱比
 κ_a : 空気比熱比

【図 10】



サンプル	比熱比
a	1.309
b	1.251
c	1.274
d	1.296

【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 自家発電用のマイクロガスタービン・エンジンの制御装置において天然ガスを用いるとき、ガスの成分の組成が一定していない場合にあっては、失火を回避しつつ負荷の要求に応じて安定して運転できると共に、エミッション性能を向上させる。

【解決手段】 残存酸素濃度などから断熱火炎温度を求め、求めた断熱火炎温度が所定温度以上にあるときは予混合燃焼を行い、それ以下のときは拡散燃焼に切り替えると共に、所定の運転状態にあるときも拡散燃焼に切り替える。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-002024
受付番号	50000010703
書類名	特許願
担当官	喜多川 哲次 1804
作成日	平成 12 年 1 月 11 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005326
【住所又は居所】	東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
【氏名又は名称】	本田技研工業株式会社

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100081972
【住所又は居所】	東京都豊島区東池袋 1 丁目 20 番 2 号 池袋ホワ イトハウスビル 816 号 吉田特許事務所
【氏名又は名称】	吉田 豊

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 9 月 6 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
氏 名	本田技研工業株式会社